

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2001-509231

(P2001-509231A)

(43)公表日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テマコト (参考)

F 03 G 7/06

F 03 G 7/06

A

A 61 M 25/01

G 01 K 11/00

M

G 01 K 11/00

A 61 M 25/00

309 B

G 01 L 11/00

G 01 L 11/00

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 54 頁)

(21)出願番号

特願平10-529986

(71)出願人 メイナード ロナルド エス

(86) (22)出願日

平成9年10月29日 (1997.10.29)

アメリカ合衆国 テキサス州 78746 オ

(85)翻訳文提出日

平成11年6月18日 (1999.6.18)

ースチン タマーロン ドライヴ #7301

(86)国際出願番号

PCT/US 97/19706

(72)発明者 メイナード ロナルド エス

(87)国際公開番号

WO 98/29657

アメリカ合衆国 テキサス州 78746 オ

(87)国際公開日

平成10年7月9日 (1998.7.9)

ースチン タマーロン ドライヴ #7301

(31)優先権主張番号

08/774,565

(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(32)優先日

平成8年12月31日 (1996.12.31)

(33)優先権主張国

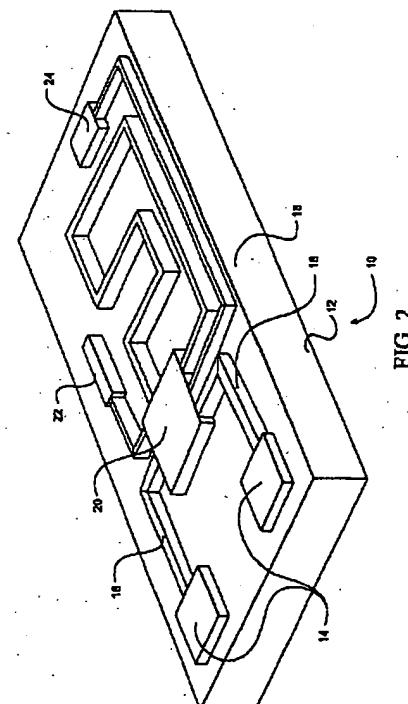
米国 (US)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 選択的に活性化される形状記憶デバイス

(57)【要約】

形状記憶デバイスは、少なくとも一部が付活されるよう構成されている形状記憶合金部材を含んでいる。加熱デバイスが上記部材に結合され、上記部材の選択された区分を加熱するように構成され、上記部材の選択された区分を加熱してその選択された区分の少なくとも一部分を付活する。



## 【特許請求の範囲】

1. 形状記憶デバイスであって、  
少なくとも一部分が選択的に活性化されるように構成されている形状記憶合金  
部材と、  
上記部材に結合され、上記部材の選択された区分へ熱を供給して上記選択され  
た区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている加熱デバイスと、  
を備えていることを特徴とする形状記憶デバイス。
2. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材の  
少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項1に記載のデ  
バイス。
3. 上記加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項1  
に記載のデバイス。
4. 上記部材は、連続シートである請求項1に記載のデバイス。
5. 上記部材は、パーフォレーションを含むシートである請求項1に記載の  
デバイス。
6. 上記部材は、複数の相互接続された分離した形状記憶合金部材で作られ  
ている請求項1に記載のデバイス。
7. 上記部材は、三次元ジオメトリを有している請求項1に記載のデバイス  
。
8. 上記部材は、ワイヤー状構造である請求項1に記載のデバイス。
9. 上記部材は、管状構造である請求項1に記載のデバイス。
10. 上記形状記憶合金NiTiである請求項1に記載のデバイス。
11. 上記形状記憶デバイスは、上記加熱デバイスに結合されているマイク  
ロ加工された回路を更に含んでいる請求項1に記載のデバイス。
12. 上記形状記憶デバイスは、上記部材に結合されているマイクロ加工さ  
れたセンサを更に含んでいる請求項1に記載のデバイス。
13. 上記形状記憶デバイスはマイクロ加工された回路に結合されているマ  
イクロ加工されたセンサを更に含み、上記マイクロ加工された回路は上記部材に

結合されている請求項1に記載のデバイス。

14. 上記形状記憶デバイスは、圧力センサ、温度センサ、電気音響センサ、電圧ポテンシャルセンサ、化学センサ、化学ポテンシャルセンサ、及び電子磁気センサからなるグループから選択されたマイクロ加工されたセンサを更に含む請求項1に記載のデバイス。

15. 上記形状記憶デバイスは、上記部材に結合されているマイクロ加工された変換器を更に含んでいる請求項1に記載のデバイス。

16. 上記形状記憶デバイスは、マイクロ加工された回路に結合されているマイクロ加工されたセンサを更に含み、上記マイクロ加工された回路は上記部材に結合されている請求項1に記載のデバイス。

17. 上記マイクロ加工された変換器は、温度変換器、電気音響変換器、電圧ポテンシャル変換器、及び電気磁気変換器からなるグループから選択されている請求項16に記載のデバイス。

18. 上記部材の幅は、6mmまたはそれより小さい請求項1に記載のデバイス。

19. 上記部材は、1方向形状記憶効果を有している請求項1に記載のデバイス。

20. 上記部材は、2方向形状記憶効果を有している請求項1に記載のデバイス。

21. 上記部材の少なくとも一部分は、上記部材に結合されているエネルギー源によって能動的に加熱される請求項1に記載のデバイス。

22. 医療用デバイスであって、

少なくとも部分的に形状記憶合金部材で作られ、上記部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている細長いデバイスと、  
上記部材に結合され、上記部材の選択された区分へ熱を供給して上記選択された区分の少なくとも一部分を活性化する加熱デバイスと、  
を備えていることを特徴とする医療用デバイス。

23. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材

の少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項22に記載のデバイス。

24. 上記加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項22に記載のデバイス。

25. 上記部材は、連続シートである請求項22に記載のデバイス。

26. 上記部材は、パーフォレーションを含むシートである請求項22に記載のデバイス。

27. 上記部材は、複数の相互接続された分離した形状記憶合金部材で作られている請求項22に記載のデバイス。

28. 上記部材は、三次元ジオメトリを有している請求項22に記載のデバイス。

29. 上記部材は、ワイヤー状構造である請求項22に記載のデバイス。

30. 上記部材は、管状構造である請求項22に記載のデバイス。

31. 上記医療デバイスは、内視鏡である請求項22に記載のデバイス。

32. 上記医療用デバイスは、カテーテルである請求項22に記載のデバイス。

33. 上記医療用デバイスは、カニューレである請求項22に記載のデバイス。

34. 上記医療用デバイスは、イントロデューサである請求項22に記載のデバイス。

35. 上記医療用デバイスは、腹腔鏡である請求項22に記載のデバイス。

36. 上記医療用デバイスは、トロカールである請求項22に記載のデバイス。

37. 上記医療用デバイスは、舵取り可能な細長いデバイスである請求項22に記載のデバイス。

38. 上記医療用デバイスは、ステントである請求項22に記載のデバイス。

3 9. カテーテルであつて、

先端及び近端を含む細長いデバイスと、

選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている形状記憶部材と、

を備え、

上記部材は上記細長いデバイスに結合され、

上記カテーテルは、

上記部材に結合され、上記部材の選択された区分へ熱を供給して上記選択された区分の少なくとも一部分を活性化する加熱デバイスと、

を更に備えていることを特徴とするカテーテル。

4 0. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材の少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項3 9に記載のデバイス。

4 1. 上記加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項3 9に記載のデバイス。

4 2. 上記部材は、上記細長いデバイスの縦軸に実質的に平行に位置決めされている請求項3 9に記載のカテーテル。

4 3. 上記部材は、連続シートである請求項3 9に記載のカテーテル。

4 4. 上記部材は、バーフオレーションを含むシートである請求項3 9に記載のカテーテル。

4 5. 上記部材は、複数の相互接続された分離した形状記憶合金部材で作られている請求項3 9に記載のデバイス。

4 6. 上記部材は、三次元ジオメトリを有している請求項3 9に記載のデバイス。

4 7. 上記部材は、ワイヤー状構造である請求項3 9に記載のデバイス。

4 8. 上記部材は、管状構造である請求項3 9に記載のデバイス。

4 9. 上記部材は、上記部材内に形成されている少なくとも1つのスロットを含んでいる請求項3 9に記載のカテーテル。

5 0 . 上記部材は、上記細長いデバイスの外面上に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 1 . 上記部材は、上記細長いデバイスの内面上に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 2 . 上記部材は、上記細長いデバイスの外面上に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 3 . 上記部材は、上記細長いデバイスの内部区分内に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 4 . 上記部材は、少なくとも部分的に上記細長いデバイスを取巻く周縁に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 5 . 上記部材は、少なくとも部分的に上記細長いデバイスの外面の周縁に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 6 . 上記部材は、少なくとも部分的に上記細長いデバイスの内面の周縁に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 7 . 上記部材は、少なくとも部分的に上記細長いデバイスの内部周縁に位置決めされている請求項39に記載のカテーテル。

5 8 . 上記細長いデバイスは、管状ジオメトリック形態を有している請求項39に記載のカテーテル。

5 9 . 上記細長いデバイスは、中実の断面を有している請求項39に記載のカテーテル。

6 0 . 上記細長いデバイスは、内腔を有している請求項39に記載のカテーテル。

6 1 . 形状記憶デバイスであって、

選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている形状記憶部材を備え、

上記部材は、少なくとも2つの独立的に活性化される細長い部分を含み、

上記形状記憶デバイスは、

上記部材に結合され、上記部材の選択された区分へ熱を供給して上記選択され

た区分の少なくとも一部分を活性化する加熱デバイスと、  
を更に備えていることを特徴とする形状記憶デバイス。

62. 上記各細長い部分が活性化されるようになっている請求項61に記載  
のデバイス。

63. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材  
の少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項61に記載  
のデバイス。

64. 上記加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項  
61に記載のデバイス。

65. 医療用デバイスであって、

近端及び先端を有し、身体内に挿入されるように構成されている細長い部材と

上記細長い部材に結合されている温度によって活性化されるアクチュエータと  
を備え、

上記アクチュエータは複数の所定の形状へ運動するように構成されており、

上記医療用デバイスは、

上記温度によって活性化されるアクチュエータに結合され、上記アクチュエー  
タの少なくとも選択された部分へ熱エネルギーを供給するように構成されている加  
熱デバイス

を更に備えていることを特徴とする医療用デバイス。

66. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材  
の少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項65に記載  
のデバイス。

67. 上記加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項  
65に記載のデバイス。

68. 上記医療用デバイスは、上記医療用デバイスの内部に位置決めされて  
いる内腔を含んでいる請求項65に記載の医療用デバイス。

69. 上記アクチュエータの少なくとも一部分に結合されている滑り部材を更に備え、上記滑り部材は上記アクチュエータの外部の少なくとも一部分に低摩擦係数を与えるように構成されている請求項65に記載の医療用デバイス。

70. 上記加熱部材は、上記アクチュエータの少なくとも一部分を選択的に加熱するように構成されている請求項65に記載のアクチュエータ。

71. 热的に活性化される装置であって、

温度によって活性化され、複数の所定の形状へ運動するように構成されているアクチュエータと、

上記アクチュエータの少なくとも選択された部分へ熱エネルギーを供給するように構成されている加熱デバイスと、  
を備えていることを特徴とする热的に活性化される装置。

72. 上記アクチュエータは、形状記憶材料で作られている請求項71に記載の装置。

73. 上記アクチュエータは、バイモルフ構造で作られている請求項71に記載の装置。

74. 医療用デバイスであって、

近端及び先端を有し、身体内に挿入されるように構成されている細長い部材と

上記細長い部材に結合されている電気的に活性化されるアクチュエータと、  
を備え、

上記アクチュエータは複数の所定の形状へ運動するように構成されており、

上記医療用デバイスは、

上記電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、上記アクチュエータの  
少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている電気エネ  
ルギ源

を更に備えていることを特徴とする医療用デバイス。

75. 上記選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、上記部材  
の少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するようになっている請求項74に記載

のデバイス。

7 6. 上記アクチュエータは、マイクロ加工された導電路を含んでいる請求項 7 4 に記載のデバイス。

7 7. 上記医療用デバイスは、上記医療用デバイスの内部に位置決めされている内腔を含んでいる請求項 7 4 に記載の医療用デバイス。

7 8. 上記アクチュエータの少なくとも一部分に結合されている滑り部材を更に備え、上記滑り部材は上記アクチュエータの外部の少なくとも一部分に低摩擦係数を与えるように構成されている請求項 7 4 に記載の医療用デバイス。

7 9. 上記加熱部材は、上記アクチュエータの少なくとも一部分へ選択的にエネルギーを供給するように構成されている請求項 7 4 に記載のアクチュエータ。

8 0. 热的に活性化される装置であつて、

細長い部材に結合されている電気的に活性化されるアクチュエータを備え、

上記アクチュエータは複数の所定の形状へ運動するように構成されており、上記熱的に活性化される装置は、

上記電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、上記アクチュエータの少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている電気エネルギー源

を更に備えていることを特徴とする熱的に活性化される装置。

8 1. 上記アクチュエータは、形状記憶材料で作られている請求項 8 0 に記載の装置。

8 2. 上記アクチュエータは、バイモルフ構造で作られている請求項 8 0 に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 選択的に活性化される形状記憶デバイス

関連出願との相互参照

本発明は、1996年9月5日に出願された米国特許出願一連番号第08/708,586号「二次元形状記憶合金用分布アクチベータ」の部分継続であり、この出願は本明細書に参照として採り入れられている。

背景発明の分野

本発明は形状記憶デバイスに関し、詳述すれば、空間的にアドレス可能な形状記憶デバイスに関する。

従来の技術の説明

外部物理バラメータに応答して形状を変化させる材料は公知であり、多くの技術的領域において高く評価されている。形状記憶合金（以下“SMA”という）は、低温におけるマルテンシティック相から高温におけるオーステニティック相へミクロ組織変態する材料である。マルテンシティック相においてはSMAは低い剛性を呈し、その記憶特性が損なわれることなくどの方向にも8%合計応力まで容易に変形することができる。活動温度まで加熱されると、SMAはそれがオーステニティック状態に接近するにつれて2乃至3倍剛くなる。高温においては、SMAは先にインプリントされた、即ち「記憶した」形状に順応するように原子レベルでそれ自体を再組織することを企てる。SMAが冷却すると、SMAはその柔らかいマルテンシティック状態へ戻る。

活動温度を充分に超えて焼鈍温度までSMAを加熱することによってSMA内に形状を記憶させ、ある期間にわたってそれをそこに保持することができる。Ti-Ni-SMAシステムの場合の焼鈍プログラムは、試料を幾何学的に拘束し、それを15分間にわたって約520°Cまで加熱することからなる。通常は、焼鈍サイ

クルを省略し、ある冷間加工量のままにしておくことによって機能性が強化される。

米国特許4,543,090号（以下“’090号特許”という）は、2つの別個のSMA

アクチュエータを用いたカテーテルを開示している。一方のアクチュエータは、所定の温度まで加熱された時に所定の形状になる。一方のアクチュエータがその所定の形状へ運動した時、第2のアクチュエータを第1の方向に運動させる力が加わるよう2つのアクチュエータは結合用デバイスを用いて互いに結合されている。各アクチュエータは、所定の1つの形状だけへ運動可能である。アクチュエータは加熱デバイスを含んでおらず、少なくとも2つのマイクロ加工されたアドレスラインを有している。'090号特許の限界は、米国特許第4,601,705号にも見出される。

シートのある区分を選択的に活性化することができる形状記憶合金のシートを有する形状記憶合金デバイスを提供することが望ましいであろう。

#### 発明の概要

本発明の目的は、選択的に活性化される形状記憶デバイスを提供することである。

本発明の別の目的は、1つより多くの所定形状へ活性化される形状記憶デバイスを提供することである。

本発明の更に別の目的は、少なくとも1つのマイクロ加工された導電路を含む形状記憶合金、及び加熱デバイスを有する形状記憶デバイスを提供することである。

本発明の別の目的は、形状記憶デバイスの少なくとも一部分が活性化されると、その形状記憶デバイスの少なくとも一部分が可変ヤング率を呈するような形状記憶デバイスを提供することである。

本発明の更に別の目的は、アクチュエータの選択されたサイトへ選択的に活性化される形状記憶合金アクチュエータを含む医療用デバイスを提供することである。

本発明の更に別の目的は、形状記憶合金のシートを含む医療用デバイスを提供することであって、このシートはその選択されたサイトにおいて活性化され、またこのシートはカテーテルボディに結合されている。

本発明の別の目的は、単一の形状記憶合金アクチュエータを有する医療用デバ

イスを提供することである。

本発明のさらなる目的は、複数の独立的にアドレス可能なアクチュエータを有する形状記憶デバイスを提供することである。

本発明の別の目的は、複数の異なる所定の形状へ運動するように構成されている温度によって活性化されるアクチュエータを含む熱的に活性化される装置を提供することである。

本発明のこれらの、及び他の目的は、形状記憶合金部材の少なくとも一部分が選択的に活性化されるように構成されている形状記憶合金部材を含む形状記憶デバイスにより達成される。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分へ熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の一実施例においては、形状記憶デバイスは、形状記憶合金のシートを含んでいる。シートは、シートの選択されたサイトへ選択的に活性化される。またシートは、2つの独立的に作動可能な細長い部材を含んでいる。加熱デバイスはシートの表面付近に、またはその表面上に位置決めされ、シートの選択された区分に熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分内に曲げ力を発生させる。加熱デバイスは、少なくとも1つのマイクロ加工された導電路を含んでいる。

本発明の別の実施例においては、医療用デバイスは、少なくとも部分的に形状記憶合金部材で作られている細長いデバイスを含んでおり、この部材はその選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。加熱デバイスが部材に結合され、その部材の選択された区分へ熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の更に別の実施例においては、カテーテルには、先端及び近端を含む細長いデバイスが設けられている。形状記憶合金部材は、部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。部材は細長いデバイスに

結合されている。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分へ熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されて

いる。

本発明の更に別の実施例においては、形状記憶デバイスは形状記憶合金部材を含んでおり、この形状記憶合金部材は部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。部材は、少なくとも2つの独立的に活性化される細長い部分を有している。加熱デバイスが部材に結合され、その部材の選択された区分へ熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の別の実施例においては、熱的に活性化される装置は、温度によって活性化されるアクチュエータを含んでいる。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。加熱デバイスはアクチュエータの少なくとも選択された部分へ熱エネルギーを供給するように構成されている。

本発明のさらなる実施例においては、医療用デバイスは、近端及び先端を有し身体内に挿入されるように構成されている細長い部材を含んでいる。電気的に活性化されるアクチュエータが細長い部材に結合されている。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。電気エネルギー源が電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、アクチュエータの少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている。

本発明の更に別の実施例においては、熱的に活性化される装置は、細長い部材に結合されている電気的に活性化されるアクチュエータを含んでいる。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。電気エネルギー源が電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、アクチュエータの少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている。

本発明の種々の実施例においては、アクチュエータの選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、アクチュエータの少なくとも一部分が可変ヤシング率を呈する。加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含むことができる。アクチュエータは、形状記憶合金の連続シートか、バーフォレーションを含む形状記憶合金のシートか、または相互接続された複数の分離した形状記憶合金アク

チュエータで作ることができる。アクチュエータは、三次元ジオメトリ、ワイヤ

ー状ジオメトリ、管状構造等を有することができる。マイクロ加工された回路、マイクロ加工されたセンサ、またはマイクロ加工された変換器(トランジスター)を加熱デバイスに結合することができる。

本発明の医療デバイスは、内視鏡、カテーテル、カニューレ、イントロデューサ、腹腔鏡、トロカール及びカテーテルであることができる。医療用デバイスの形状記憶合金の動作モードは、(i)カテーテルのような弾性ボディに作用して戻し力を与える一方向形状記憶効果、(ii)一方向形状記憶効果の使用及び超弾性形状記憶合金ばね、エラストマばね等を用いる復元力の直接印加、または(iii)双方向形状記憶効果の使用によって達成される。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明による二次元シートの非活性化状態の斜視図である。

図2は、図1の二次元シートの斜視図であって、マイクロ加工された構造を示す図である。

図3は、図1の二次元シートの活性化状態を示す斜視図である。

図4は、図1の二次元シートの一部の斜視図である。

図4(a)は、図4の二次元シートの一部の断面図である。

図4(b)は、図4(a)の部分における温度分布のグラフである。

図5は、温度の関数としてのマルテンシティック状態とオーステニティック状態との間の遷移のヒステリシス曲線である。

図6は、絶縁層及び被膜層を有する二次元シートの断面図である。

図7は、点々と設けられている絶縁層及び被膜層を有する二次元シートの断面図である。

図8は、被膜層を有する二次元シートの断面図である。

図9は、二次元シート及び本発明による活性化要素の組立体を示す分解斜視図である。

図10は、活性化メカニズムの等価回路を示す図である。

図11は、本発明による二次元シートのたわみを示す側面図である。

図12は、本発明の一つの面によるシートの斜視図であって、複雑な形状に予

め訓練されたシートの形状を示している。

図13は、たわみセンサを使用する実施例の等価回路を示す図である。

図14は、たわみセンサを有する二次元シートの断面図である。

図15は、加熱要素に隣接して取付けられたたわみセンサを有する二次元シートの断面図である。

図16は、温度センサを有する二次元シートの断面図である。

図17は、加熱要素上に設けられた保護被膜を有する二次元シートの断面図である。

図18は、熱消散のためにペーンを使用する二次元シートの断面図である。

図19は、熱消散のために水ダクトを使用する二次元シートの断面図である。

図20は、図2に示すアクチュエータを有するカテーテルの断面図である。

図21は、熱絶縁用エラストマを有する2つの図2に示すアクチュエータの断面図である。

図22は、カテーテルに結合されている図2のアクチュエータを示す図である。

図23は、押し実施例における図2のアクチュエータの作動経路を示す図である。

図24(a)は、カテーテルの先端に結合されている本発明のアクチュエータの斜視図であって、アクチュエータの先端まで伸びているアクチュエータスロットを含むことを示している。

図24(b)は、カテーテルの先端に接合されている本発明のアクチュエータの斜視図であって、アクチュエータ12の「指状セグメント」の先端がカテーテルの先端に接合されていることを示している。

図24(c)は、カテーテルの先端に結合されている本発明のアクチュエータの斜視図であって、アクチュエータの近端または先端まで伸びていないアクチュエータスロットを含むことを示している。

図25は、カテーテル内部における図2のアクチュエータの位置を示す図である。

図26は、カテーテルボディ内に含まれている図2のアクチュエータを示す図

である。

図27は、図2のアクチュエータの選択的加熱能力を示す図である。

図28は、内腔のないカテーテル、及びそのカテーテル内に位置決めされている図2のアクチュエータを示す断面図である。

図29は、本発明のアクチュエータのメッシュ形態を示す斜視図である。

図30は、カテーテルに結合されている図29のアクチュエータを示す図である。

図31は、図30のメッシュの選択された区分に熱を印加した結果を示す図である。

図32は、形状記憶合金ひだ付き管を示す図である。

図33は、図32のひだ付き管の選択された区分に熱を印加した結果を示す図である。

図34は、図32の装置の断面図である。

#### 実施例の説明

本発明の一実施例は、形状記憶合金部材を含む形状記憶デバイスであり、この形状記憶合金部材の少なくとも一部分は選択的に活性化されるように構成されている。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分に熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の別の実施例においては、形状記憶デバイスは、形状記憶合金のシートを含んでいる。シートは、シートの選択されたサイトへ選択的に活性化され、少なくとも2つの独立的に作動可能な細長い部材を含んでいる。加熱デバイスがシートの表面付近に、または表面上に位置決めされ、シートの選択された区分に熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分内に曲げ力を発生させる。加熱デバイスは、少なくとも1つのマイクロ加工された導電路を含んでいる。

本発明の更に別の実施例においては、医療用デバイスは、少なくとも部分的に形状記憶合金部材で作られている細長いデバイスを含み、この部材は部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分に熱を供給してその選択された区分

の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の更に別の実施例においては、医療デバイスは、先端及び近端を含む細長いデバイスある。形状記憶合金部材は、部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。部材は、細長いデバイスに結合されている。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分に熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の更に別の実施例においては、形状記憶デバイスは、形状記憶合金部材を含んでいる。この部材は、部材の選択されたサイトにおいて選択的に活性化されるように構成されている。この部材は、少なくとも2つの独立的に作動する細長い部分を有している。加熱デバイスが部材に結合され、部材の選択された区分に熱を供給してその選択された区分の少なくとも一部分を活性化するように構成されている。

本発明の別の実施例においては、熱的に活性化される装置は、温度によって活性化されるアクチュエータを含んでいる。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。加熱デバイスはアクチュエータの少なくとも選択された部分へ熱エネルギーを供給するように構成されている。

本発明のさらなる実施例においては、医療用デバイスは、近端及び先端を有し身体内に挿入されるように構成されている細長い部材を含んでいる。この部材は、電気的に活性化されるアクチュエータが細長い部材に結合されている。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。電気エネルギー源が電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、アクチュエータの少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている。

本発明の更に別の実施例においては、熱的に活性化される装置は、細長い部材に結合されている電気的に活性化されるアクチュエータを含んでいる。アクチュエータは、複数の所定の形状へ運動するように構成されている。電気エネルギー源が電気的に活性化されるアクチュエータに結合され、アクチュエータの少なくとも選択された部分へエネルギーを供給するように構成されている。

本発明の種々の実施例においては、アクチュエータの選択された区分の少なくとも一部分が活性化されると、アクチュエータの少なくとも一部分が可変ヤング

率を呈する。加熱デバイスは、マイクロ加工された導電路を含むことができる。

アクチュエータは、形状記憶合金の連続シートか、パーフォレーションを含む形状記憶合金のシートか、または相互接続された複数の分離した形状記憶合金アクチュエータで作ることができる。アクチュエータは、三次元ジオメトリ、ワイヤー状ジオメトリ、管状構造等を有することができる。マイクロ加工された回路、マイクロ加工されたセンサ、またはマイクロ加工された変換器を加熱デバイスに結合することができる。

本発明の医療デバイスは、内視鏡、カテーテル、カニューレ、イントロデューサ、腹腔鏡、トロカール、外科用インターベンションデバイス等であることができる。形状記憶合金デバイスの動作モードは、(i)カテーテルのような弾性ボディに作用して戻し力を与える一方向形状記憶効果、(ii)一方向形状記憶効果の使用、及び超弾性形状記憶合金ばね、エラストマばね等を用いた復元力の直接印加、または(iii)双方向形状記憶効果の使用によって達成される。

図1を参照する。形状記憶装置10は全体がSMAで作られている形状記憶合金12のシートを含んでいる。殆どの一般的な例は、TiNi合金及びCuZnAl合金を含んでいる。他の合金及び形状記憶ポリマも使用することができる。シート12の厚みと加熱要素14の横方向の広がりとの比は、好ましくは可能な限り小さくし、しかもシート12の完全性を維持できるようにすべきである。形状記憶デバイス10は、シート12の選択されたサイトへ選択的に活性化されるように構成されている。これはシート12の異なる区分の運動、または作動を規定する。シート12の部分を加熱することによって、空間的に複雑な曲げ力がシート12内に発生する。加熱要素14は、限定するものではないが、電磁、マイクロ波、抵抗加熱、超音波、及び高周波を含む多くの異なるエネルギー源から、熱エネルギーをシート12へ直接、または抵抗加熱的に供給する。加熱要素14はシート12から、互いに、そして局部環境から電気的に絶縁されている。

SMAシート12は柔軟であり、ワイヤーまたは薄板ストックから薄い箔に圧延する、バーストックから薄いウェーハに切る、その他類似の方法のようないろいろな一般的な加工方法によって製造することができる。SMA材料のウェーハは、普通のバンドソー、コールドソー、環状ダイヤモンドウェットソー、または

放電加工機(EDM)等を使用してバーストックからスライスすることができる。

得られたウェーハまたは箔は、平らな状態に熱処理し、所望の厚みに精密に研磨することができる。材料をバルクから直接得ることによって、SMAのバルク特性が保証される。シート12内に含まれるSMA材料は、組立て前に熱的に予め訓練(pre-trained)しておくことも、または訓練しないままとすることもできる。この選択は、最終的な応用に依存する。

複数の加熱要素14がSMAシート12のトップに位置決めされており、電気絶縁層16によってシート12から絶縁されている。電気絶縁層16をシート12上にラミネートまたはその他によって堆積させることが最も適切である。電気絶縁層16は、加熱要素14と導電性シート12との間で電流が漏洩するのを防ぐ。電気絶縁層16は、好ましくは良好な熱伝導体でもある。好ましい絶縁材料には、ポリイミドエラストマ、プラスチック、シリコン窒化物 $Si_3N_4$ 等が含まれる。電気絶縁層16の厚みは、その横方向の広がりに対して小さくすべきである。例えば、電気絶縁層16は充分な熱結合を保証し、加熱要素14とシート12との間の熱伝導を保証するために $2000\text{Å}$ のシリコン窒化物であることができる。

図1の実施例においては、加熱要素14は薄膜抵抗の形状である。最も好ましいのは、加熱要素14は、電流を熱エネルギーに変換することができる抵抗加熱器または他の類似デバイスである。これらはTiWまたはTaOのような、どのような普通の抵抗性材料からなることもできる。好都合なのは、抵抗性材料を先ず堆積させ、公知のVLSIまたはマイクロ加工技術によって層16上でパターン化することである。加熱要素14は、リフトオフの加法、または乾式または湿式エッチングの減法プロセスのような、公知の写真平板手順に従ってパターン化、その他によって形成することができる。

形状記憶デバイス10は、開ループ、または閉ループの何れかのモードで動作させることができる。開ループモードでは、所定の進行(travel)路がマイクロプロセッサ内にプログラムされる。次いで、マイクロプロセッサは、アドレスコード回路へ出力信号を供給する。この回路は、形状記憶デバイス10の隣接部分上のVLSI内に集積されている。次いで、所定の進行路が、公知の技術に従つてアドレスコード回路内のラッチレジスタまたは論理ゲート内にマップされる

次いで、アドレスデコード回路は形状記憶デバイス10の選択された部分を活性化する。

閉ループモードでは、各位置または曲がりセンサから受信した位置信号は、進行路上に形状記憶デバイス10を心合わせする適応フィードバック制御方法によって使用される。マイクロプロセッサは、形状記憶デバイス10の角変位を、従って位置を決定することができる。これから、形状記憶デバイス10の総合位置を、所与の位置間隔で決定することができる。

形状記憶デバイス10の角変位は、各加熱要素14へ供給される電流及び／または電圧を観測することによっても決定することができる。電流及び電圧情報から、瞬時局部抵抗を推論することができる。異なるノードにおける電圧を感知する普通の手段が設けられる。電圧情報は、通信経路を通してマイクロプロセッサへ供給される。

温度／抵抗関係を表すルックアップテーブルが、マイクロプロセッサ内に組込まれている。ルックアップテーブルは、狭いヒステリシスループを得るために各形状記憶デバイス10処方毎に最適化されている。ルックアップテーブル内で、マイクロプロセッサは各抵抗値と温度とを相関させ、従って形状記憶デバイス10の作動状態を、従って形状記憶デバイス10の角変位及び位置を決定することができる。マイクロプロセッサ内の位置マッピング手段は、形状記憶デバイス10の角位置の軌跡からなる参照アレイを確立する手段を含む。それ自体は、形状記憶デバイス10のための進行路を限定する。角位置の軌跡が格納されると、記憶された進行路を極めて高速で繰り返すことができる。従って、形状記憶デバイス10に結合されているカテーテルは、その方向及び活性化シーケンスの両者を即座に反転することができるので、最も複雑な進行路であっても精密に引き返すことができる。位置マッピング手段は、1つまたはそれ以上の進行路をメモリ内に格納することができる。

図2に示すように、加熱要素14は、単一の電流源に結合されている少なくとも1つのマイクロ加工された導電路18を含むことができる。多重化電力ラン

ジスタを使用することによって、単一の電流源からどのような数の異なる加熱要素14へも電流を供給することができる。トランジスタは、計量された電力を供

給するためにパルス幅変調される。オプションとして含まれているのは、マイクロ加工された回路20、マイクロ加工されたセンサ22、及びマイクロ加工された変換器24である。マイクロ加工されたセンサは、限定するものではないが、圧力、温度、電気音響、電圧ポテンシャル、化学、化学ポテンシャル、及び電気磁気の各センサを含む。マイクロ加工された変換器は、温度、電気音響、電圧ポテンシャル、及び電気磁気の各変換器を含む。

図3は、14A-14Fで示されている6つの加熱要素14が熱を供給する特定の場合を示している。形状記憶デバイス10がその環境によって限定的に制約されている場合には、熱は絶縁層16の区分16A-16Fを移動し、SMAシート12の接する部分12A-12Fを活性化しきい値に到達させる。その結果、12A-12Fの部分が活性化されて明確に限定された形状になり、そのプロセスに有用な活動力を発生する。図示のように、局部変形は上向きに凸である。部分12A-12Fが支配的にオーステニティック組成に変ってそれらの予め決定されている形状になった時、これらの部分を取り囲むシート12の領域はマルテンシティック組成であることが特徴であり、普通の連続体マシンの法則に従って変形する。図3の簡単な場合、シート12の残余は平らのままであるか、またはそれ以外にその初期状態から乱されることはない。

図4にシート12の厚みがSで示されている。明瞭化のために、特定の加熱要素14Xに関して本発明の詳細を説明する。加熱要素14Xは、シート12の隣接する部分12Xに関連付けられている。図示のように、加熱要素14Xは電気絶縁層16の区分16Xにも関連付けられている。部分12Xは、加熱要素14Xの直下に位置している。部分12Xの幅はDで示されている。図示のように、加熱要素14Xはもっぱら部分12Xへ熱を供給する。熱は区分16Xを通り、シート12の局所化された部分を表している区分12Xへ伝播する。

単一の加熱要素14Xを表している図4Aが、加熱プロセス及び隣接する部分12が取る形状の背後の原理を最良に示している。明瞭化のために、加熱された

時に隣接する部分 1 2 X が取る所定の形状は示していない。幅が W で示されている要素 1 4 X によって生成された熱は、矢印に沿って絶縁層 1 6 を通過する。即ち、熱エネルギーは層 1 6 の区分 1 6 X を通り抜ける。層 1 6 は、その横方向寸法に比

して相対的に極めて薄いので、区分 1 6 X は熱をシート 1 2 へ容易に転送する。シート 1 2 に達した熱は、隣接する部分 1 2 X 全体を通して伝播する。断面 S が比較的薄いので、横方向における熱伝導度は直角方向におけるよりも遙かに小さい。典型的な動作サイクル中、印加される熱エネルギーは局所化されたままである。

グラフ 4 B は、加熱器 1 4 X の下の任意の固定された深さにおける温度分布を表している。図 4 B のグラフは、部分 1 2 X の内側の横方向の、即ち X 方向の温度分布を表している。要素 1 4 X の直下では、 $-W/2$  から  $+W/2$  までの曲線の平坦な部分によって示されているように、温度は最大に維持されている。換言すれば、部分 1 2 X へ供給された熱は、例えば部分 1 2 Y のような他の部分 1 2 へは伝播しない。代わりに、他の部分 1 2 へ到達する前に、熱は矢印 R に沿ってシート 1 2 から放射される。

前述したように、隣接する部分 1 2 の形状は、これらの領域内の SMA またはシート 1 2 の予め訓練された形状に依存する。またこの形状は、部分 1 2 内に維持される温度にも依存する。部分 1 2 内の温度が、SMA 材料がオーステニティック状態に到達する臨界温度に等しいか、またはそれより高い場合に、予め訓練された形状に完全に順応するようになる。これは図 5 のグラフに最もよく示されている。 $T_1$  より低い温度では、SMA 材料はマルテンシティック特性によって表される柔軟性を留める。従って  $T_1$  か、またはそれ以下に維持された部分 1 2 は、周囲によってそれらに賦課された形状に順応する。オーステニティック状態への遷移は、温度  $T_1$  と  $T_2$  との間で発生する。部分 1 2 がこの温度範囲を保っている場合は、それらは弛緩した形状と予め訓練された形状との間の中間形状を取る。熱を注意深く調整することによって、シート 1 2 のどの部分 1 2 をも連続的に変化させることができる。

層16だけを挟んで加熱要素14が直接シート12上に取付けられているシート12の組合構造は、極めて簡易である。組立てプロセスは直接的であり、低費用である。

本発明の別の実施例を図6に示す。本例では、SMA材料の二次元シート26は被膜層28上に配置されている。この場合、層28はプロセス中の機械的安定度を与えるために充分に厚い。

加熱要素14とシート26との間の電気的な絶縁を得るために、薄い絶縁層30がシート26のトップ上に位置決めされている。層30は充分に薄く、熱が要素14からシート26まで自由に流れ得るように適切な熱特性を有している。更に層30は、動作中に受ける機械的ひずみを受入れることもできる。この実施例では、シート26のSMA材料も導電性（例えばTiNi合金またはCuZnAl合金）である。

図7は、シート26が被膜層を含み、基体として働く実施例を示している。この場合層28は、シート26を有害な環境状態から保護するために化学的に不活性で、且つ安定な材料から選択される。

加熱要素32とシート26との間に、要素32の下に点々と堆積されている電気絶縁区分34が設けられている。これらの構造は、始めに絶縁材料の層及び抵抗性材料の層を堆積させることによって得ることができる。要素32及び対応する電気絶縁区分34は、乾式または湿式エッティング、または別の公知のプロセスによって形成される。

図8に、二次元シート36が電気絶縁性SMA材料で作られている更に別の実施例を示す。この構成では、絶縁は不要である。従って、加熱要素32はシート36上に直接取付けられている。この場合も、機械的な安定性及び有害な環境状態に対する耐性を得るために基体として機能する被膜層38が設けられている。また層38は、シート36から熱を消散させるのを援助するために良好な熱伝導体であることが好ましい。

図6-8の実施例は全て前述したように動作する。導入されている変更は、1組の技術的要求が与えられた時に適切な構造を選択するのを援助することを意図

したものである。

本発明の一実施例を図9に示す。好ましくはNiTi合金である導電性SMA材料の二次元シート40は、絶縁層42で被膜されている。好ましくは、層42はSiN、またはポリイミドで作られ、熱を容易に伝えるように充分に薄い。

バターン化された加熱要素44が層42上に配置されている。要素44は、層42のトップにTiWまたはTaOをスパッタリングし、バターン化することによって形成される。加熱要素44は、約数百オームの抵抗を呈する。好ましい実施例

では、要素44は活性化された時にジグザグ形状を有している。これにより、活性化時のシート40により良好な熱分布を与えることができる。

要素44及び層42のトップに第2の絶縁層46が設けられている。好ましくは、層46はポリイミドまたはエラストマのような柔軟な電気絶縁体で作り、要素44及び層42全体を被膜することができる。要素44との電気接觸を可能にするために、複数のスルーホール48が層46内に設けられている。ホール48は、要素44の端子部分と整列させる。

1組の導電路50が層46のトップにバターン化されている。一実施例では、導電路50がシート12の選択された部分へ電流を供給するように構成され、そのシート12の選択された部分を抵抗加熱させる。別の実施例では、接地戻り通路はシート12自体である。好ましくは、導電性ライン50は、金のような柔軟で高度に導電性の材料で作る。ライン50は、バターン化または他の適当な技術によって限定することができる。全ての要素44の左側端子との電気接觸を得るための共通戻り路50Aが敷設されている。戻りライン50Aは層46のトップの表面積を節約し、全ての要素44が同時に、連続的にアドレスされない限り望ましい。もし連続的な活性化を必要とすれば、戻り路として全幅の層を必要としよう。代替として、全ての加熱要素44のための共通接地戻り路として、導電性シート40自体を使用することができる。他のライン50B-50Eは、要素44の右側端子とそれぞれ電気的に接觸している。

ライン50A-50Eに対応する接触パッド52A-52Eへ外部電気接続がなされている。この目的のために、パッド52A-52Eはライン50A-50

Eよりも遙かに薄い。実際の電気接続は、ワイヤーボンディングまたは類似手段を用いて行われる。

シート40上に構造全体が組立てられると、SMAは、公知の方法を使用してシート40に結果的な形状を取らせることによって「訓練」される。例えば、シート40を心棒上に形成し、クランプを用いてその場所に固定する。取付全体を好ましくは不活性ガスで清浄にした後、450°Cの焼鈍炉内に約30分間配置する。冷却後、このフィルムを心棒から解放する。これでシート40は動作させる準備が整う。

一実施例の電気接続の回路図を図10に示す。制御ユニット54が電流源56に接続されている。好ましくは、ユニット54及び源56はシート40から離して配置する。ユニット54は、要素44の望ましい組合せを選択することができるマイクロプロセッサであることが好ましい。電流源56は、要素44の望ましい組合せに電流を供給することができる調整可能な源であることが好ましい。ライン50A-50Eは、源56に直接接続されている。要素44A-44Dは、抵抗として示されている。戻りライン50Aは接地されている。

動作中、制御ユニット54は、活性化される要素44の組合せを選択する。次いでユニット54は、対応する命令を源56へ送る。源56は、選択された組合せの要素44へ電流を供給することによって応答する。例えば、要素44A及び44Dが選択される。電流が要素44A及び44Dへ供給され、対応する隣接する部分58A及び58Dが明確に限定された形状を取る。もし電流が充分に大きく、隣接する部分58A及び58D内にT<sub>1</sub> (図5参照)より高い温度が維持されれば、部分58A及び58Dはそれらの予め訓練された形状を取る。もし温度がT<sub>1</sub>とT<sub>2</sub>との間にあれば、部分58A及び58Dは、図5のヒステリシスループ上の進行路に依存する中間形状を取る。源56は調整可能であるから、動作中に適切な電流を選択し、経験に基づいて調整することができる。従って、部分58A及び58Dの形状は必要に応じて変化させることができる。

図11は、隣接する部分58C及び58Dが選択された時に得られるシート40の形状を示している。この例では、SMAはその全長に沿って上方へ反るよう

に予め訓練されているものとしている。従って、部分 58C 及び 58D におけるたわみが一緒になって、より大きい総合たわみに貢献している。図 12 は、SMA A が S 字形を取るように予め訓練されている場合に、区分 58B - 58D が加熱された時に得られる層 40 の別の可能な形状を示している。本明細書を通してシート 40 の SMA は、組立ての前、または後に訓練できることを理解されたい。例えば焼鈍温度が高いことに起因して、SMA と共に訓練すれば破損しかねない材料を用いて作業させる場合には、組立て前の訓練が好ましい。

図 14 に示す別の実施例では、シート 40 は被膜層 60 を有している。理解し易くするためにシート 40 は、たわんだ形状で示されている。たわみセンサ 62

が層 60 上に位置決めされている。センサ 62 は、角度的たわみセンサ、ひずみゲージのような伸びたわみセンサ、または曲げセンサの何れかであることができる。曲げセンサは、曲げひずみ及び角度的たわみを測定するように構成されている型のひずみゲージである。この場合、センサ 62 は要素 44 の位置に対応する位置に配置されている。ジオメトリ及び応用に依存して、異なる配置が好まれるかも知れない。

図 13 に、センサ 62 を有する回路図を示す。破線は、シート 40 上に取付けられた要素を表している。要素 44A - 44D への接続は同一のままであるが、センサ 62A - 62D がそれぞれライン 64A - 64D を介して制御ユニット 54 に接続されている。このようにすると、ユニット 54 は局所的なたわみを表す信号を、各センサ 62A - 62D から個々に受信することができる。通路 (path) 形状ライブラリ 66 が制御ユニット 54 に接続されている。通路形状ライブラリ 66 は、センサ 62 から供給された情報に基づいて、得られるシート 40 の形状をマッピングすることができる。

好ましくは、通路形状ライブラリ 66 は、要素 44 の既知の組合せによって発生される結果的な形状の登録簿を有している。換言すれば、通路形状ライブラリ 66 はマップされた結果的な形状の位置を呼び戻し、新しいものを格納することができる。最も好ましい実施例では、通路形状ライブラリ 66 は異なる位置の中間形状に対応する実際の電流値を格納することもできる。これは、動作中に形状

を随意に呼び戻し、格納できることを意味している。従ってこの実施例は、高度に融通性に富み、例えばカテーテルの案内のような多様な応用に役立つ。

図15に、センサ62が要素44間に位置決めされていることだけが上例とは異なる別の実施例を示す。図16は、温度センサ68が要素44間に取付けられている別の変形を示している。これは、シート40の温度を監視するのに有利である。特に好ましい実施例では、このデータは通路形状ライラリ66内に格納される。動作中にセンサ68からの温度をチェックすることにより、過熱その他の関連誤動作を防ぐことができる。勿論、1つより多くの熱センサ68を設けることができる。理想的には、複数のこれらのセンサ68を設けることができる。理想的には、複数のこれらのセンサ68をシート40上に最適に位置決めする。

図17は、トップ被膜層70内にカプセル封じられたマルテンシティック状態の図14の実施例を示している。層70は、特に腐食環境のような破壊環境要因から電気接続及び要素44を保護するために設けられている。

図18及び図19は、SMAの二次元シート72を冷却できる2つの方法を示している。簡易化のために、加熱要素76を除く他の全ての要素は省略してある。図18においては、冷却要素はシート72に直接接触させた1組のフィン78である。この配列は、効率的な熱転送及び消散を保証する。同様に、図19の構造は、ダクト82(1つだけを示してある)を有する基体層80を使用して熱を効率的に消散させる。ダクト82は、例えば水のような廃棄熱エネルギーを吸収して輸送する冷却材を輸送する。

図20に、シート12の2方向形状記憶効果を、カテーテル84の軸と一致させて位置決めされたシート12(以下に「アクチュエータ12」という)と共に示す。アクチュエータ12は、形状記憶材料またはバイモルフ構造で作ることができ、連続シート、不連続シート、棒、メッシュ、ワイヤー状構造、並びに他の三次元形状に形成することができる。アクチュエータ12は平行ではあるが、カテーテル軸に接して位置決めすることも、カテーテル84の表面上に位置決めすることもできる。2方向形状記憶効果は2方向にたわませるために設けられ、内部バイアスばね力を得るためにアクチュエータ12の一部分は拘束されている。

アクチュエータ12は活性化状態においては一方向へ曲がり、非活性化状態においては反対方向へ戻る。アクチュエータ12の一部分だけが2方向形状を有することもできる。

図21に、2つの単一SMAアクチュエータ12を示す。各アクチュエータ12は、1方向形状記憶効果で動作する。2つのアクチュエータ12は機械的に結合され、互いに熱的に絶縁されている。このような手法での2つの単一のアクチュエータ12の使用は、独立案内ワイヤーとして、またはカテーテルもしくは案内を必要とする他の医療器具の成分として使用することができる。

図22では、アクチュエータ12はカテーテル84に結合されている。単一のアクチュエータ12から複数のセグメント12'が形成されており、カテーテル84の内部に位置決めされているか、カテーテル84の外面に位置決めされているか、またはカテーテルボディ内に形成されている。更に、アクチュエータ12はカテーテル84と共に使用される案内ワイヤーであることができる。

アクチュエータ12の作動は、押し(プッシュ)モードであることも、または引き(プル)モードであることもできる。押しモードを図23に示す。もしアクチュエータ12が押されれば、外側ジャケットは不要である。もしアクチュエータ12が引かれれば、外側ジャケットが必要である。外側ジャケットは、アクチュエータ12が「指状セグメント」であることができる複数の区分を有している場合には、熱的な絶縁及び結合を行う。カテーテル84が滑りまたは変形を与える何等かの材料で形成され、アクチュエータ12がこのようなカテーテル84に結合されている場合、カテーテル84に対するアクチュエータ12の低い摩擦係数は不要である。

図24(a)においては、アクチュエータ12はカテーテル84の先端に位置決めされている。アクチュエータ12は、アクチュエータ12の先端まで伸びているスロット85によって分離されている複数の指状セグメントを含んでいる。図24(a)の実施例では、カテーテル84は芯を含んでおらず、単一の連続アクチュエータ12だけが設けられている。カテーテル84の先端は、アクチュエータ12の異なる区分へエネルギーを選択的に印加することによって、複数の面内で複

雑な形状および曲げを達成することができる。図24に示す実施例においては、アクチュエータ12は、当分野においては公知の方法によってカテーテル84に接合される近端を含んでいる。図24(b)では、アクチュエータ12の指状セグメントの先端がカテーテル84の先端に接合されている。

図24(a)、(b)、及び(c)に示すスロット85は、横方向に曲げられている間に、各指状セグメントにおける組合された最大の横及び直角方向の表面ひずみが10%を超えないように、好ましくは5%を超えないように、充分に接近して離している。スロット85は、指状セグメントの曲げ力を最大にしながら、横方向にひずむことができるように、充分に狭くする。

図24(c)に示すアクチュエータ12は、アクチュエータ12の近端または先端まで伸びていない複数のスロットを含んでいる。この実施例では、分離した結合要素は不要である。

図25は、付加的な結合デバイスまたはカテーテル84内に位置決めされた芯を用いずに、アクチュエータ12がカテーテル84の内部に位置決めされていることを示している。図26の例ではアクチュエータ12はカテーテル84のボディ内に位置決めされており、同時に押し出し加工することができる。

図27を参照する。選択された加熱要素及びアクチュエータ12の直近の加熱要素14によってアクチュエータ12の選択された区分だけを局部的に加熱して熱路を作り、それによりエネルギーを加熱要素14によってアクチュエータ12の1つまたはそれ以上の区分へ転送する。活性化されると、アクチュエータ12のある区分は、その熱訓練中に賦課されたその最大半径へ部分的に、または完全に運動する。図28に示すアクチュエータ12は、内腔のないカテーテル84内に位置決めされている。

図29に示すアクチュエータ12は、中実のシートではなく形状記憶合金メッシュである。図30では、メッシュ形態がバスケットに形成されており、押し潰された形態に熱的に訓練されている。メッシュは、カテーテル84または分離した要素であることができるエラストマ86と共に押し出し加工することができる。エラストマ86は、メッシュと共に鋳込む、熱収縮させる、ディップする等も可

能である。エラストマ86は、アクチュエータ12の一方動作に対する戻しへの機能を与える。一方動作は、他の機械的デバイス、構造、及び構成によっても得ることができる。薄膜加熱器14がメッシュの表面に分布しており、形状記憶合金メッシュを局部的に加熱する。図31では、エラストマの所望のたわみを達成するために、変化する度合いでメッシュの異なる区分が活性化される。

図32を参照する。アクチュエータ12は形状記憶合金ひだ付き管12であり、大きい軸方向の収縮が得られる。形状記憶合金ひだ付き管12は、カーテル84または分離した要素であることができるエラストマ86と共に押出し加工することができる。薄膜加熱器14が形状記憶合金ひだ付き管12の表面に位置決めされており、形状記憶ひだ付き管を局部的に加熱する。図33では、エラストマの所望のたわみを達成するために、形状記憶合金ひだ付き管12の異なる区分が異なる度合いで活性化される。図34に、形状記憶合金ひだ付き管12の断面を示す。加熱要素14が形状記憶合金ひだ付き管12の表面に位置決めされており、

戻しへ機能は、形状記憶合金ひだ付き管12の内側にある、外側にある、またはそれと共に押出し加工することができるエラストマ86によって与えられる。更に、戻しへ機能は、形状記憶合金ひだ付き管12に機械的に結合されている形状記憶合金シートの超弾性形状を与えることができる。

以上に本発明を、現在では最も実際的であり、好ましい実施例であると考えられるものに関連して開示したが、本発明は開示した実施例に限定されるものではなく、反対に、請求の範囲の思想及び範囲内に含まれる種々の変更及び等価配列をカバーすることを意図するものである。例えば、熱消散のための等価解法として、Peatierデバイスを設けることもできる。従って、当業者ならば、これらの全ての等価構造は請求の範囲内に含まれることが理解されよう。

【図 1】

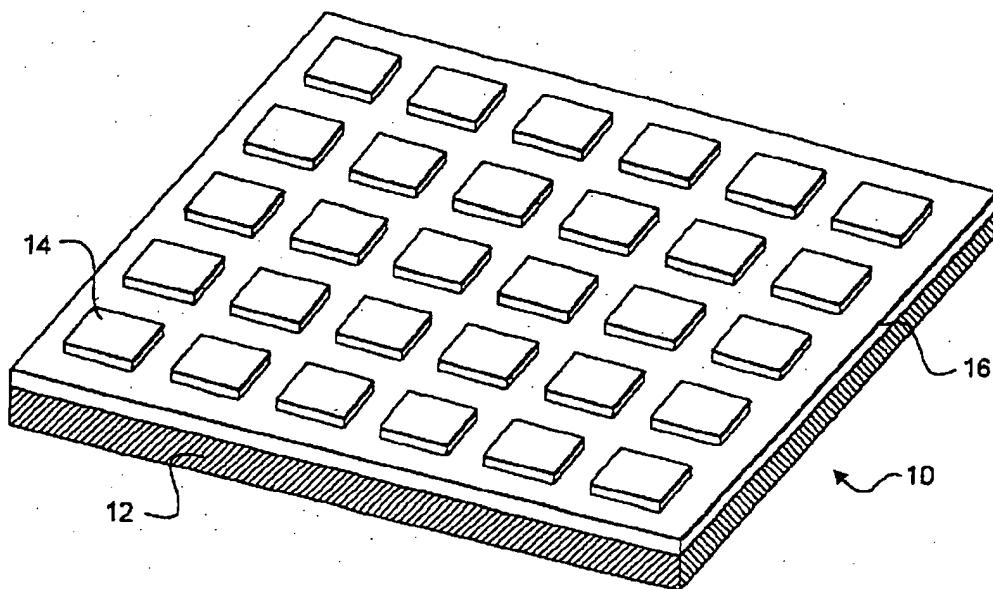


FIG. 1

【図 3】

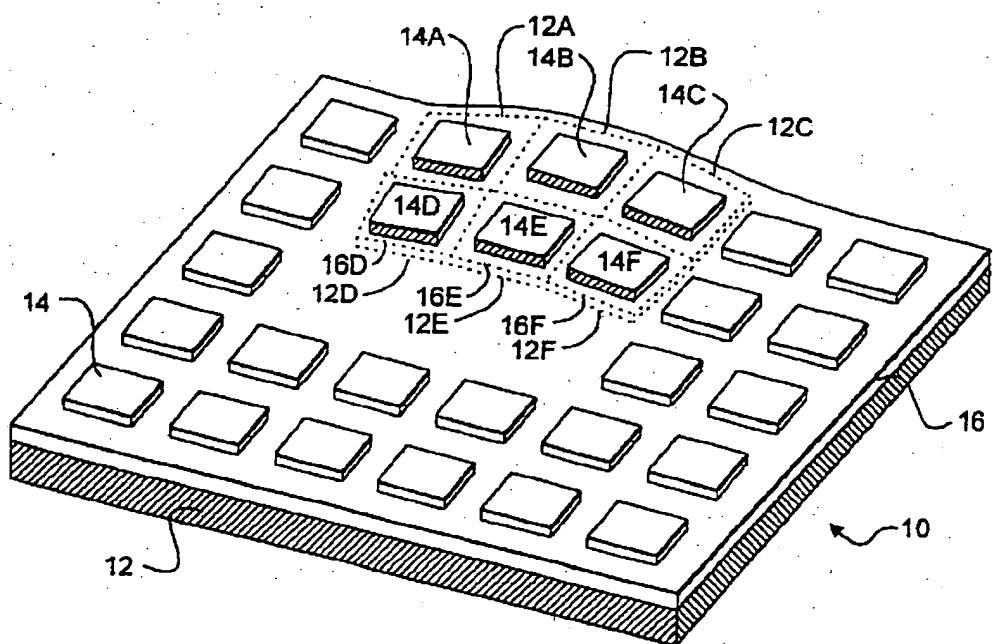


FIG. 3

【図2】

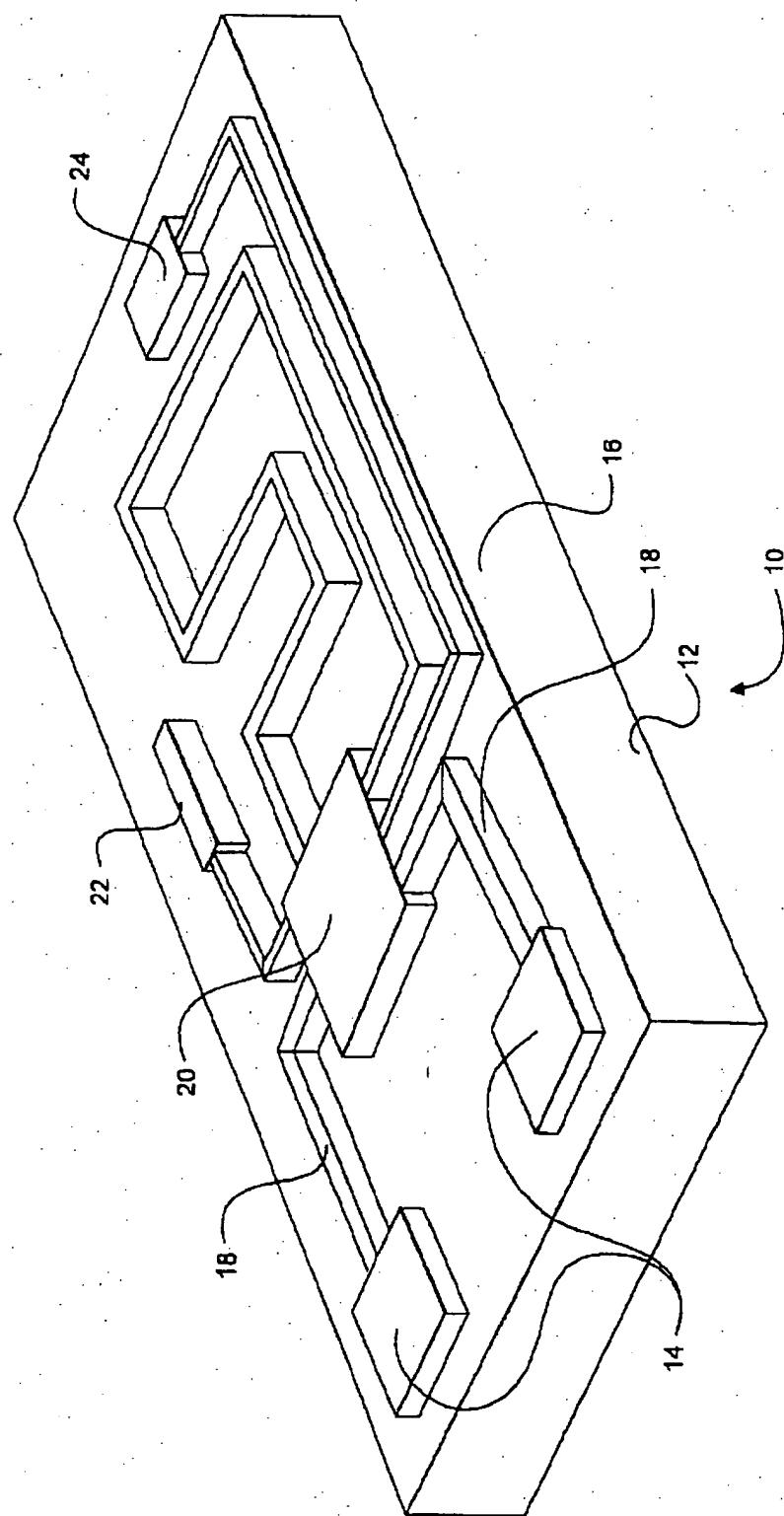


FIG. 2

[図4]

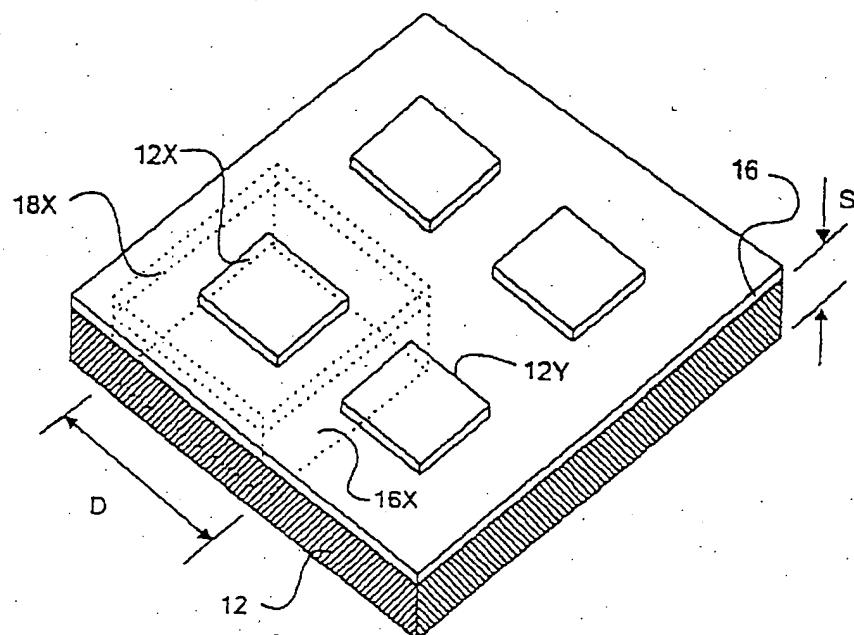


FIG. 4

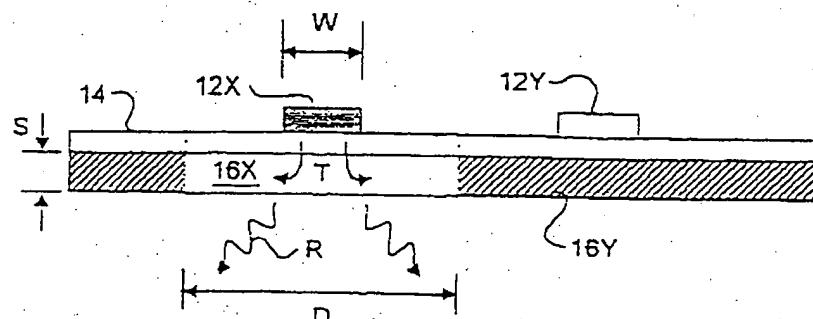


FIG. 4A

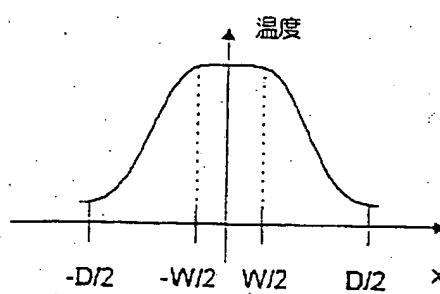


FIG. 4B

【図 5 】

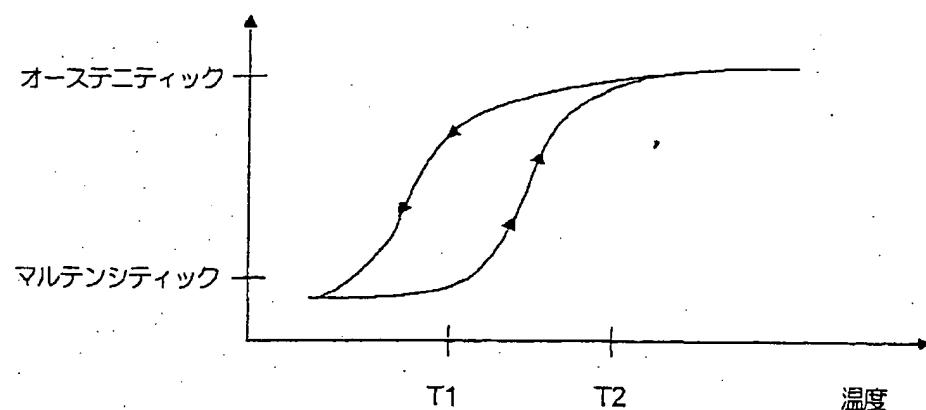


FIG. 5

【図 6 】

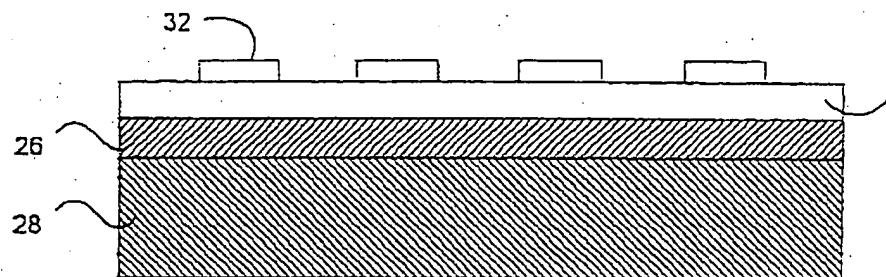


FIG. 6

【図 7 】

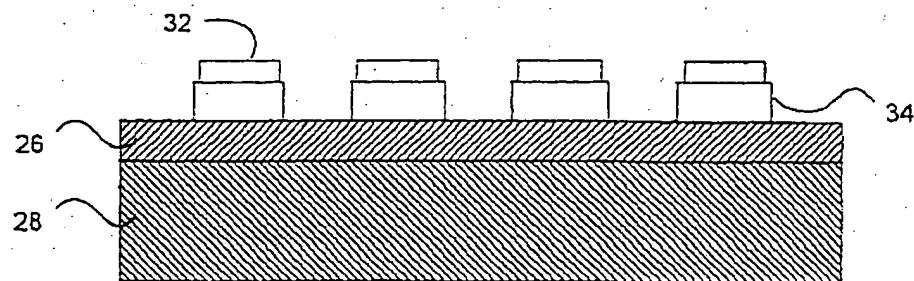


FIG. 7

【図8】

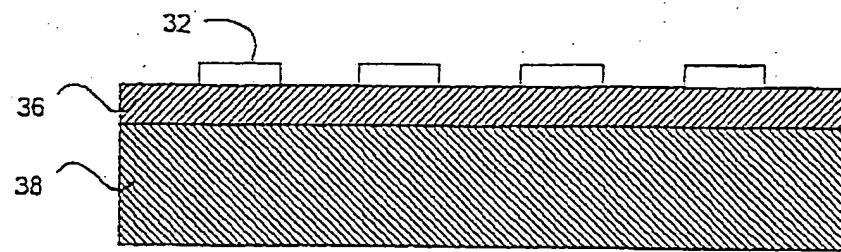


FIG. 8

【図9】

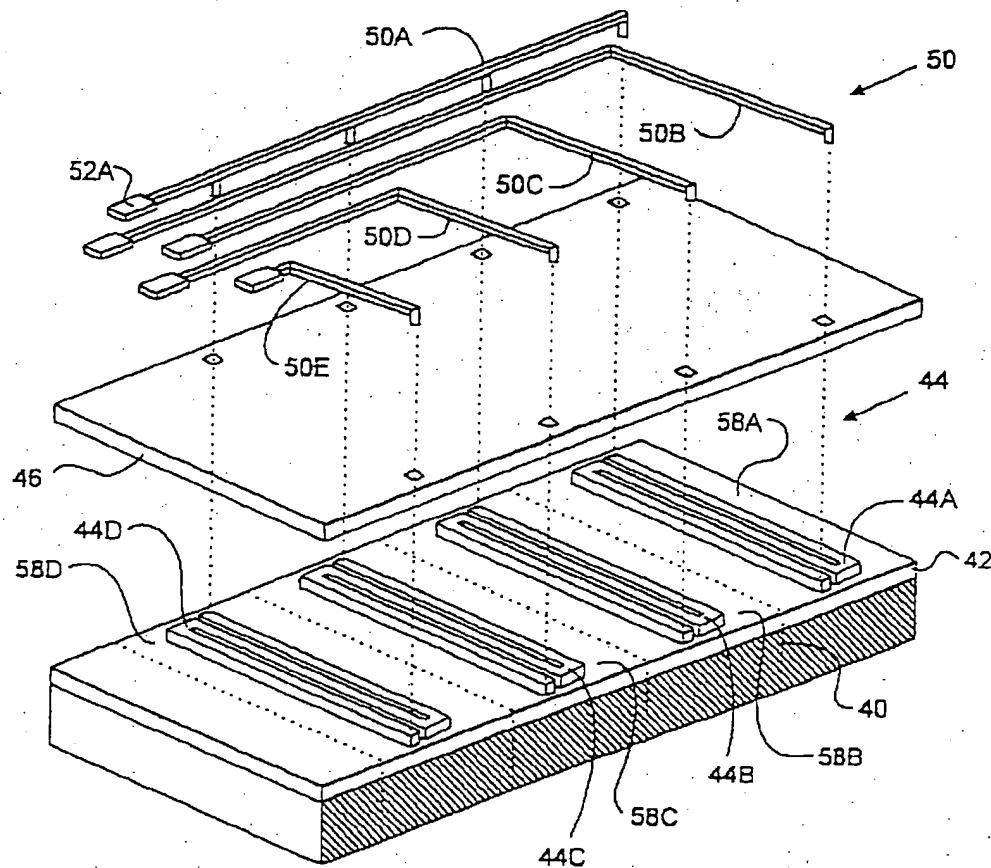


FIG. 9

【図 10】

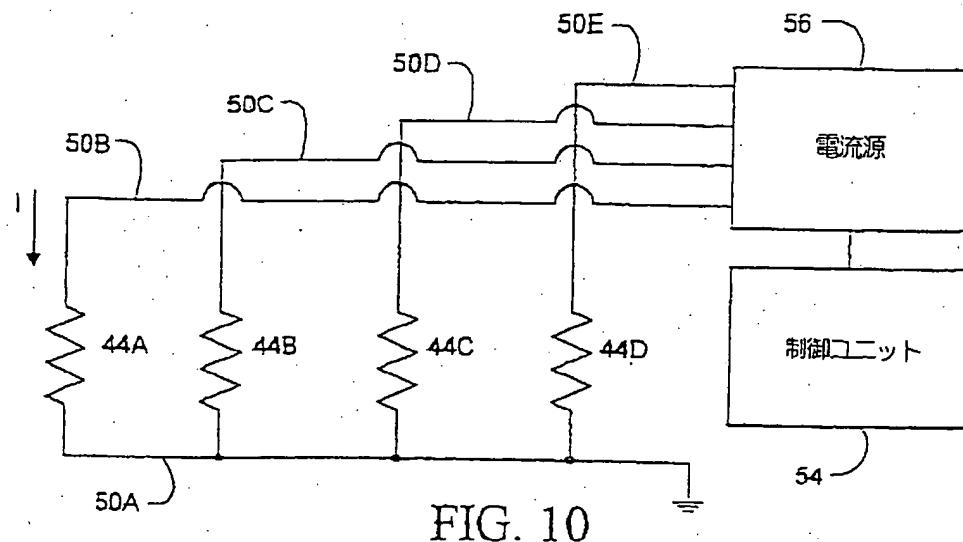


FIG. 10

【図 11】

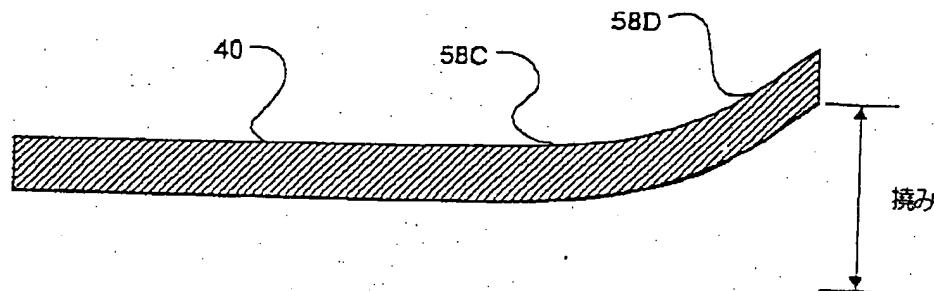


FIG. 11

【図 12】

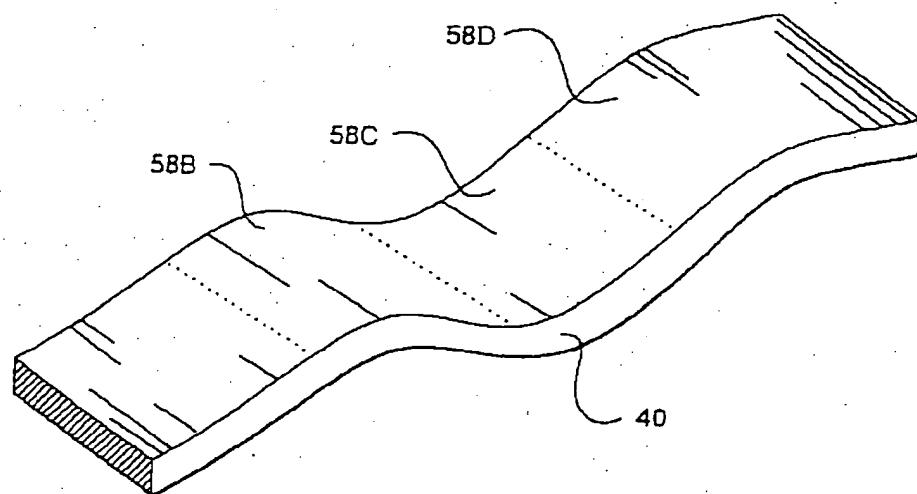


FIG. 12

【図13】

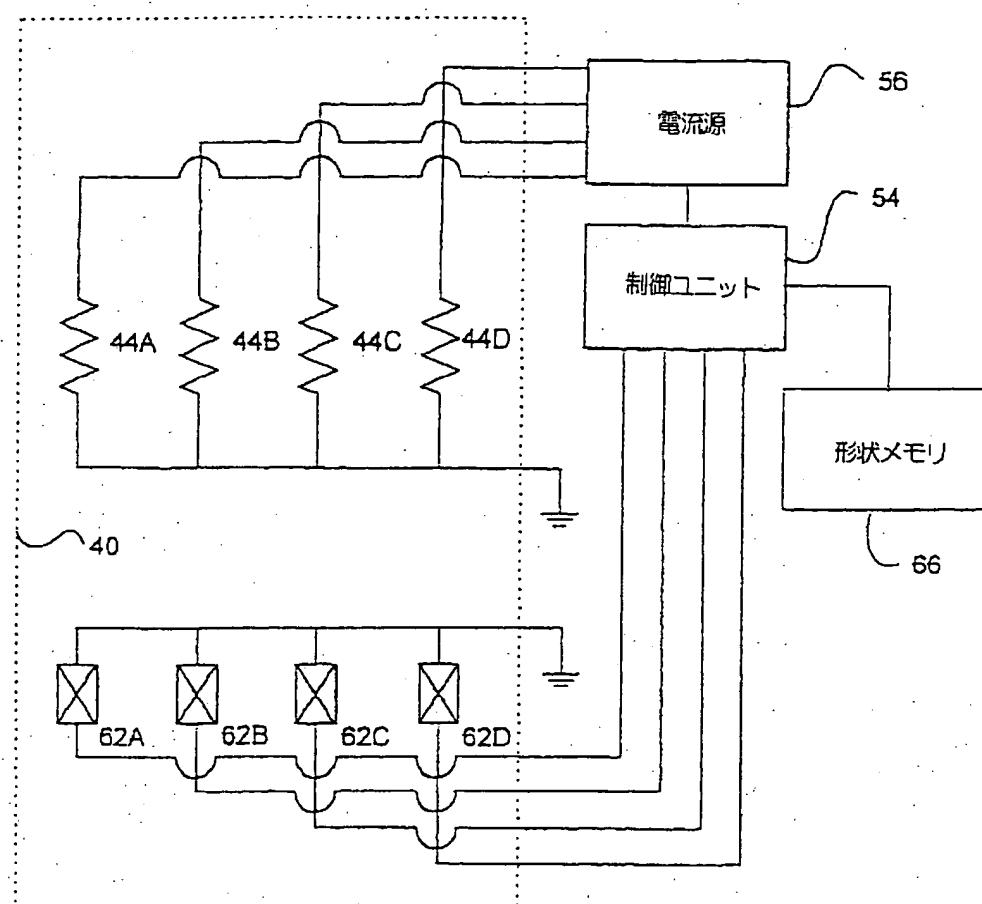


FIG. 13

【図14】

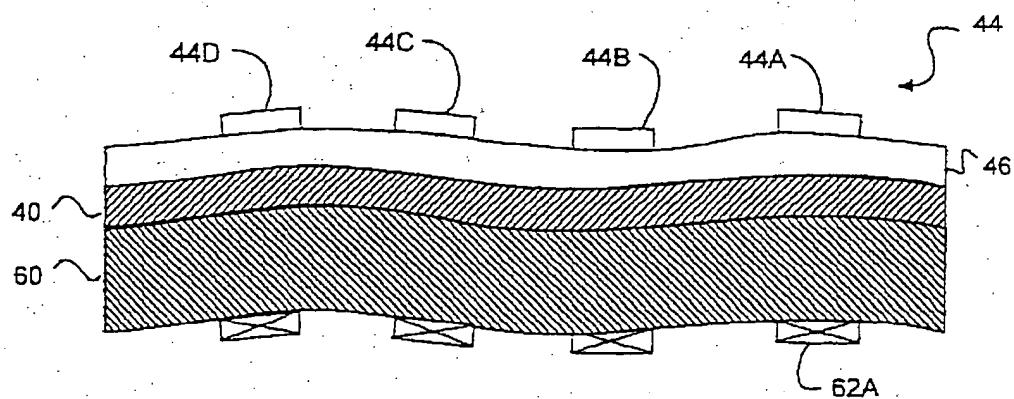


FIG. 14

【図15】

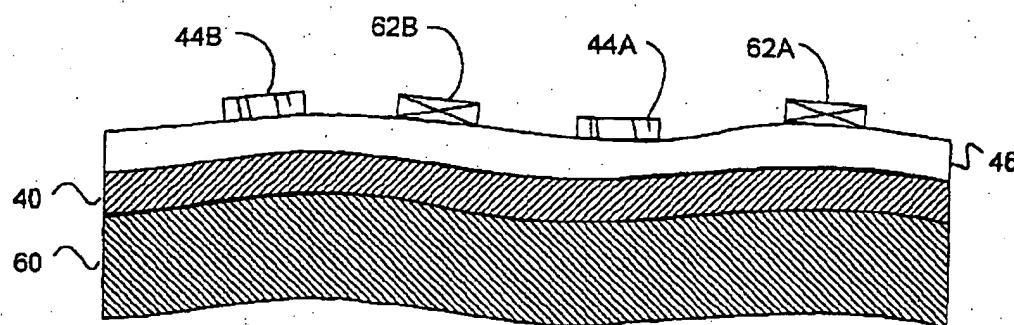


FIG. 15

【図16】

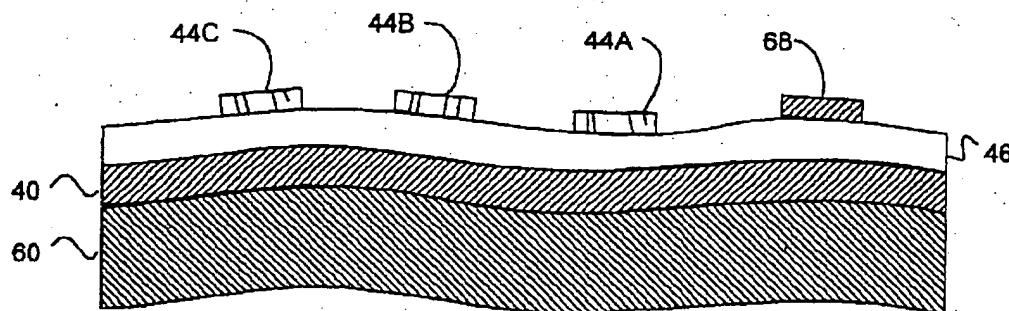


FIG. 16

【図17】

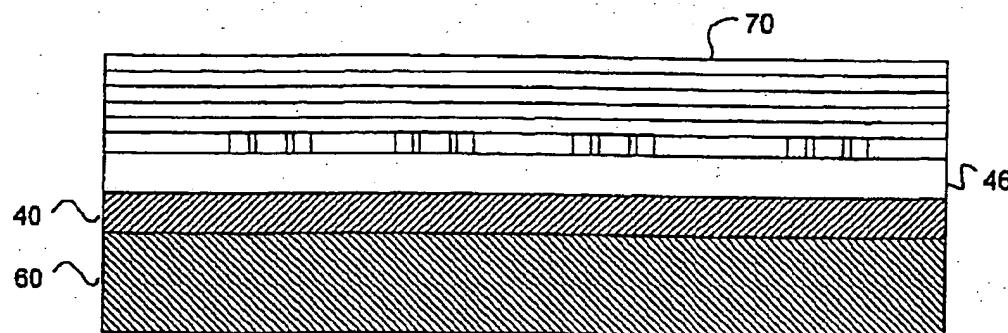


FIG. 17

【図18】

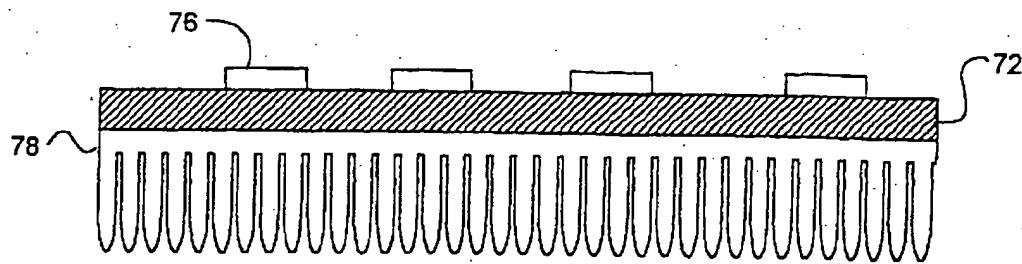


FIG. 18

【図19】

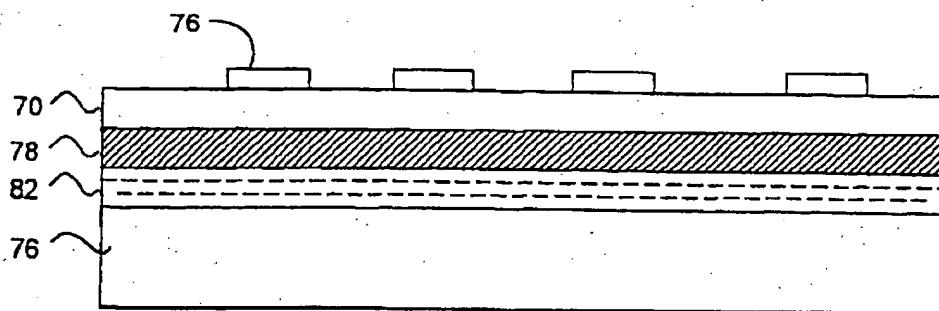


FIG. 19

【図 20】

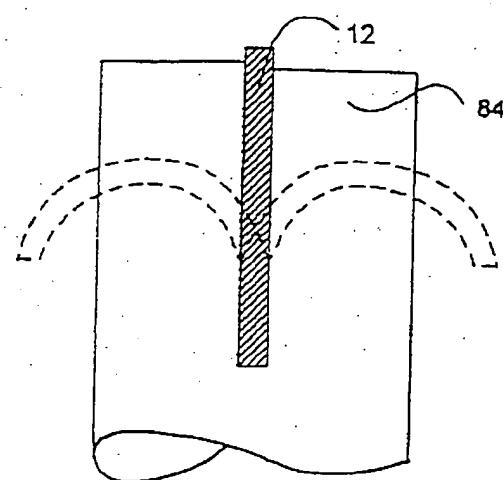


FIG. 20

【図 21】

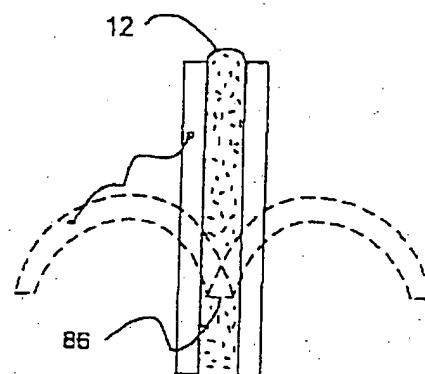


FIG. 21

【図 22】

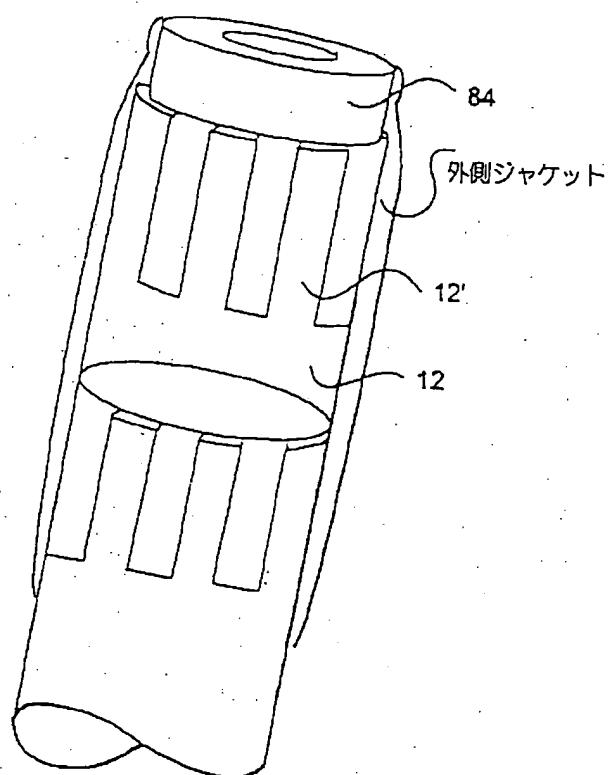


FIG. 22

【図 23】

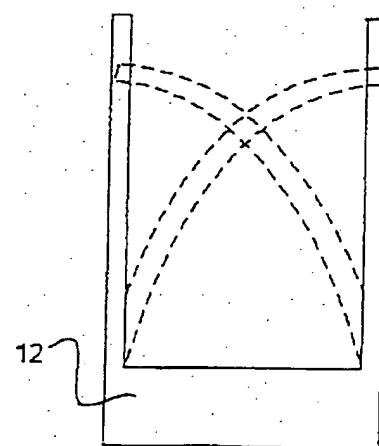


FIG. 23

【図24】

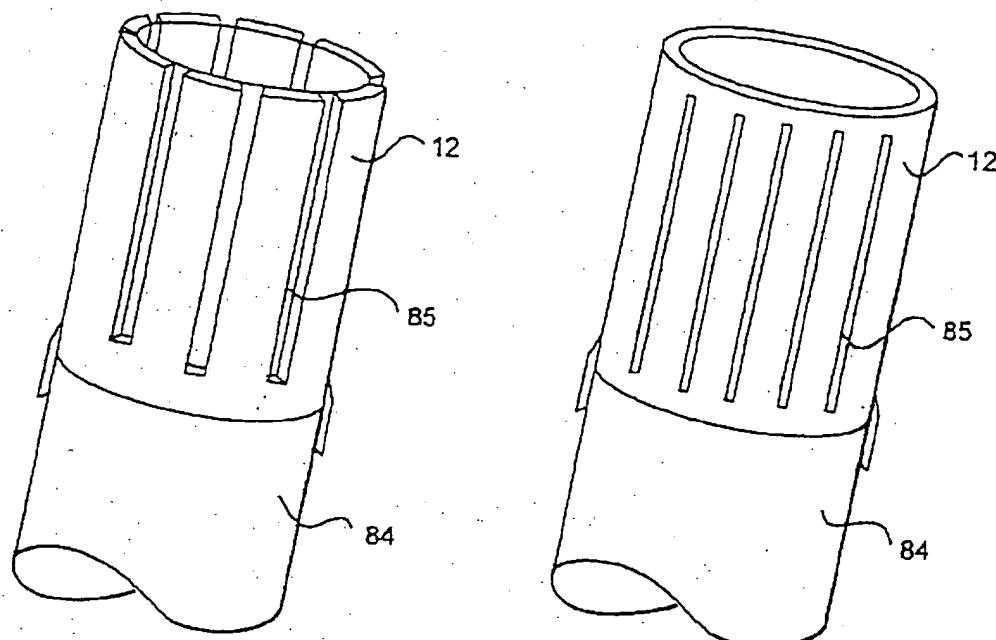


FIG. 24A

FIG. 24C

【図 27】

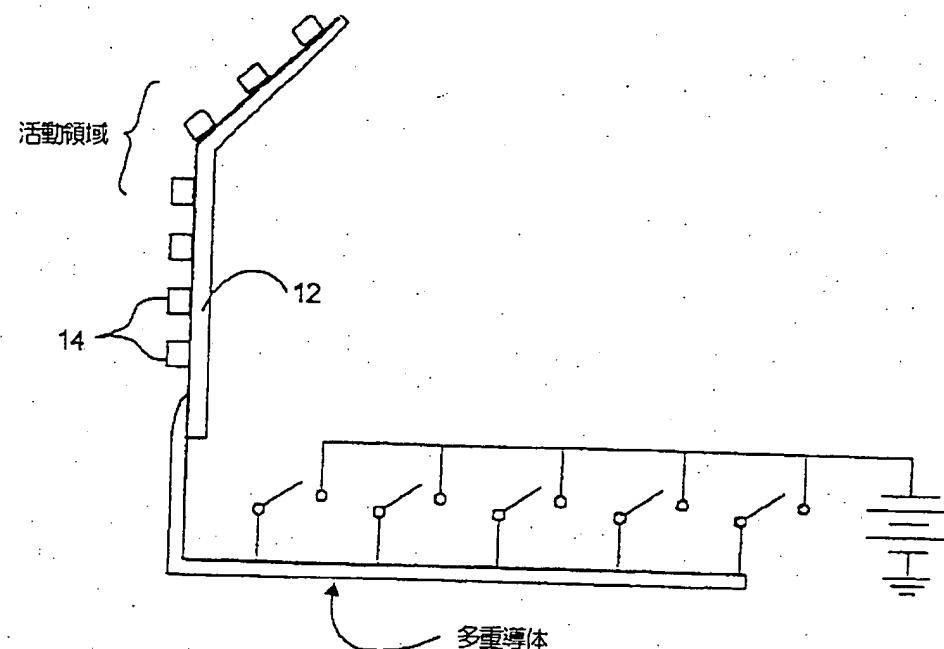


FIG. 27

【図24】

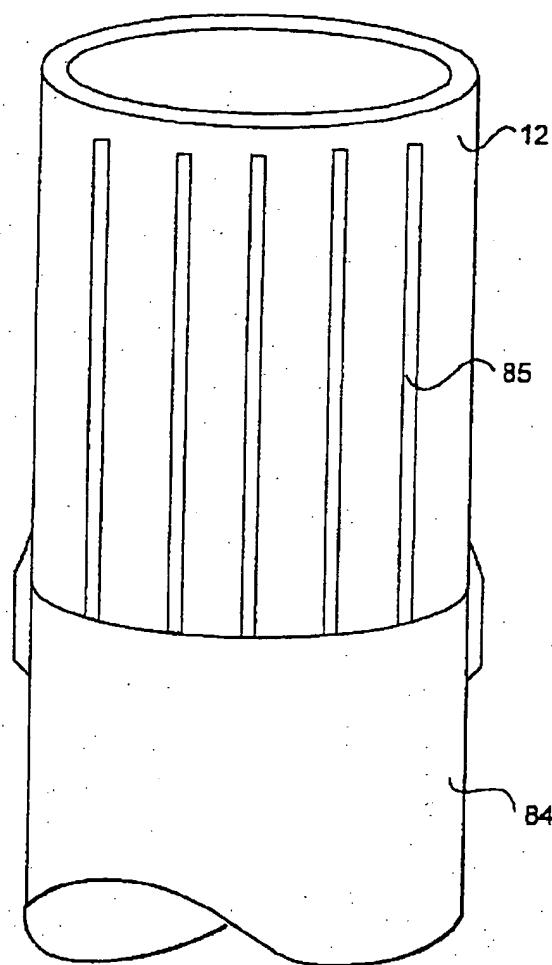


FIG. 24B

【図25】

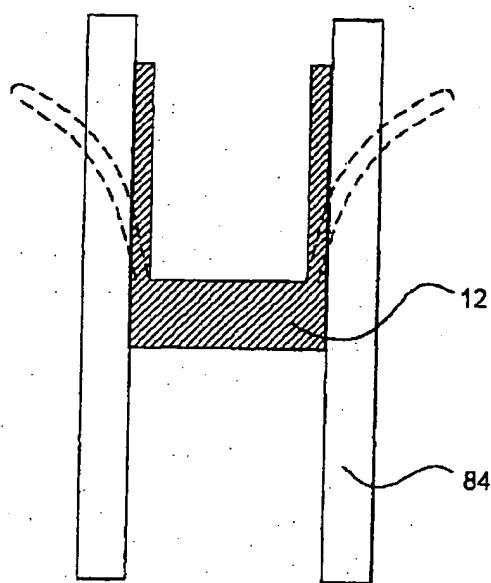


FIG. 25

【図26】

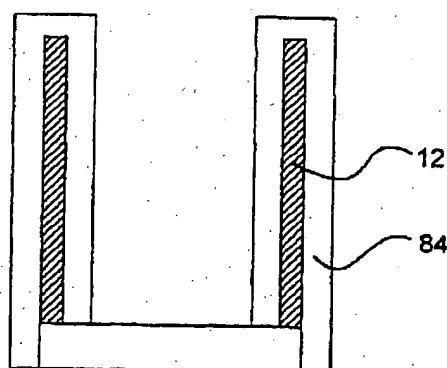


FIG. 26

【図 28】

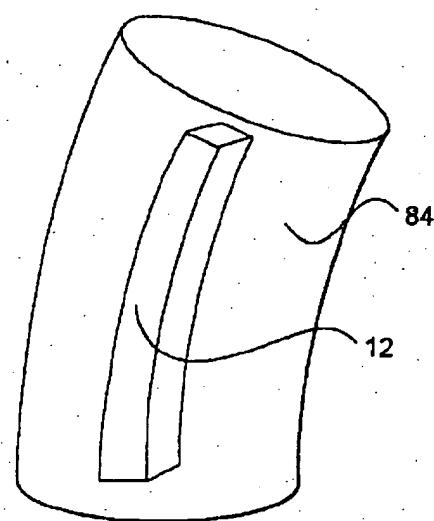


FIG. 28

【図 29】

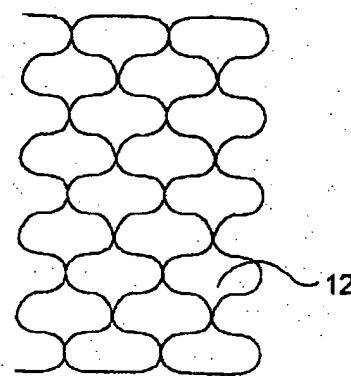


FIG. 29

【図30】

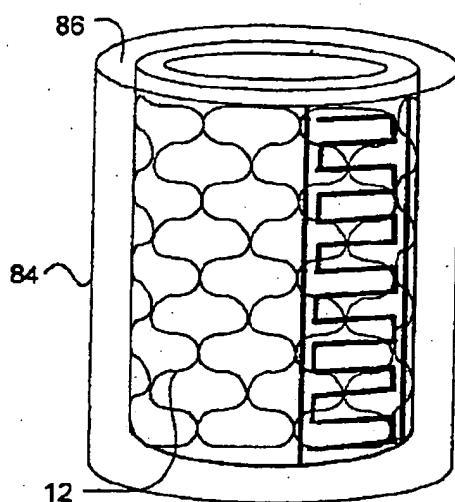


FIG. 30

【図31】

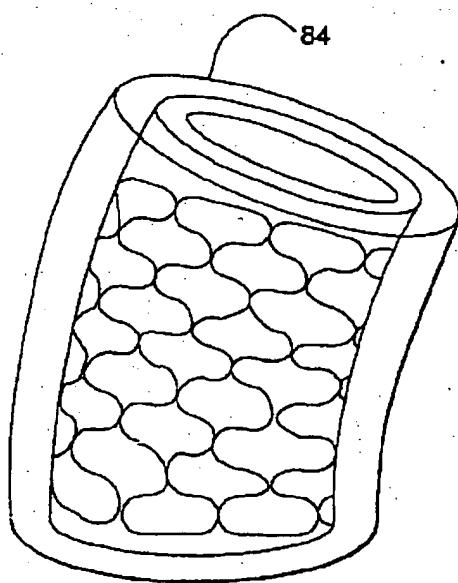


FIG. 31

【図32】

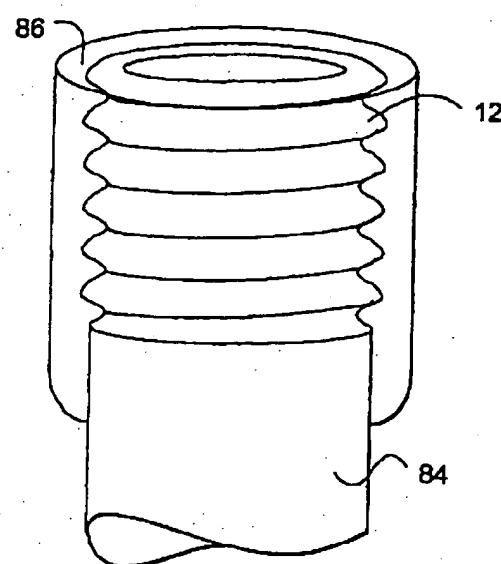


FIG. 32

【図33】

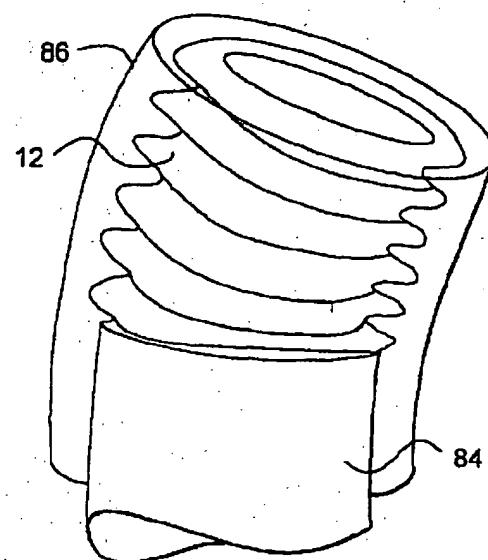


FIG. 33

【図34】

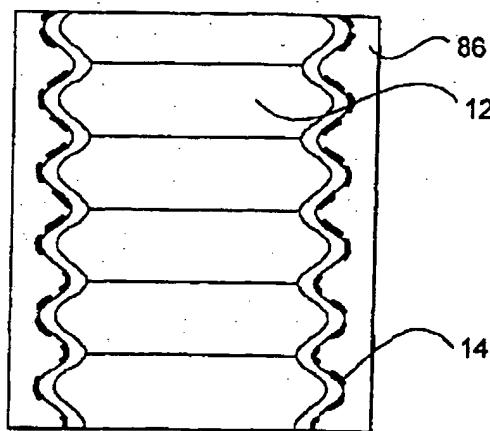


FIG. 34

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 97/19706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 F03G7/06 A61M25/01

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 F03G A61M A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>TOSHIO FUKUDA ET AL: "DISTRIBUTED TYPE OF ACTUATORS BY SHAPE MEMORY ALLOY AND ITS APPLICATION TO UNDERWATER MOBILE ROBOTIC MECHANISM" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION, CINCINNATI, MAY 13 - 18, 1990, vol. VOL. 2, no. -, 13 May 1990, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 1316-1321, XP000143749 see page 1316, left-hand column, paragraph 1 - page 1317, left-hand column, paragraph 3</p>	1,2,6-8, 10, 61-64, 71-73, 80-82
Y	<p>—/—</p>	9

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

25 February 1998

04/03/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 8018 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epofn,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Libberecht, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	rial Application No
PCT/US 97/19706	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 554 128 A (TERUMO CORP) 4 August 1993  see column 2, line 58 - column 4, line 27	1-6,10, 61-64, 71-73, 80-82  9,11-60, 65-70, 74-79
Y	WO 94 19051 A (UNIV LELAND STANFORD JUNIOR) 1 September 1994  see abstract	9,11-60, 65-70, 74-79
X	US 4 838 859 A (STRASSMANN STEVE) 13 June 1989  see column 4, line 10 - line 64	39-60
X	US 5 019 040 A (ITAOKA TOSHINARI ET AL) 28 May 1991  see column 2, line 10 - column 3, line 11	39-60
X	FR 2 732 225 A (MAZARS PAUL) 4 October 1996  see page 3, line 1 - line 24 see page 4, line 24 - page 5, line 25	39-60
A	US 4 543 090 A (MCCOY WILLIAM C) 24 September 1985 cited in the application see abstract	1
A	US 4 601 705 A (MCCOY WILLIAM C) 22 July 1986 cited in the application see abstract	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/US 97/19706

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0554128 A	04-08-93	DE 69300831 D DE 69300831 T JP 5272446 A US 5335498 A	04-01-96 02-05-96 19-10-93 09-08-94
WO 9419051 A	01-09-94	US 5405337 A CA 2156431 A EP 0687190 A JP 8510024 T	11-04-95 01-09-94 20-12-95 22-10-96
US 4838859 A	13-06-89	NONE	
US 5019040 A	28-05-91	NONE	
FR 2732225 A	04-10-96	NONE	
US 4543090 A	24-09-85	US 5090956 A US 5055101 A US 5114402 A US 4601705 A	25-02-92 08-10-91 19-05-92 22-07-86
US 4601705 A	22-07-86	US 4543090 A CA 1254473 A EP 0199870 A JP 4007229 B JP 61255669 A US 5090956 A US 5055101 A US 5114402 A US 4758222 A	24-09-85 23-05-89 05-11-86 10-02-92 13-11-86 25-02-92 08-10-91 19-05-92 19-07-88

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF  
, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, S  
D, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG  
, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT  
, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA,  
CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, F  
I, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP  
, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, M  
X, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE  
, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT,  
UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW